

При проведении рентгенофазового анализа полученного продукта подтвердилось образование карбонитрида циркония.

Карбонитриды переходных металлов склонны образовывать твердые растворы внедрения, этот факт указывает на сложность синтеза карбонитридов. Таким образом, особое внимание должно быть уделено количеству внедрившегося в кристаллическую решётку карбонитрида азота.

Однако при решении выше изложенных проблем, возникает новая проблема - сложность в разделении продуктов реакции. В качестве решения данной проблемы была предложена промывка и последующая сушка в вакууме карбонитрида циркония. В качестве промывной жидкости был выбран разбавленный раствор соляной кислоты.

С помощью данного метода может быть получен наноразмерный карбонитрид циркония достаточной чистоты (более 99,9%) в промышленных объёмах.

### **ИМПЕДАНС $Mn_5Si_3$ -ЭЛЕКТРОДА В РАСТВОРЕ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ**

*Машиаров М.Т., Меньшиков И.А., Шеин А.Б.*

Пермский государственный национальный  
исследовательский университет  
614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15

Сплавы кремния с переходными металлами, в том числе и с марганцем, обладают необычным комплексом магнитных, электрических, механических свойств, а также высоким химическим сопротивлением, и поэтому являются перспективными электродными материалами. Указанные свойства сильно различаются в зависимости от природы металлического компонента и его содержания в сплаве. Поэтому анализ коррозионно-электрохимического поведения сплавов марганца с кремнием различного состава представляет безусловный интерес.

В настоящей работе методами поляризационных кривых и спектроскопии электрохимического импеданса исследовано анодное поведение силицида марганца  $Mn_5Si_3$  в растворе гидроксида натрия от потенциала коррозии ( $E_{кор}$ ) до области выделения кислорода. Потенциостатические и импедансные измерения проводили с помощью потенциостат-гальваностата Solartron 1280С. Диапазон частот – от 20 кГц до 0,01 Гц. Амплитуда переменного сигнала – 10 мВ.

Анодные кривые силицида марганца являются однопикными: при малых поляризациях наблюдается рост тока при повышении  $E$ , затем

начинается область слабой зависимости тока от  $E$ ; начиная с  $E \approx -0,04$  В (по шкале стандартного водородного электрода) ток возрастает, проходя через максимальное значение при  $E=0,17$  В (окисление  $Mn(II) \rightarrow Mn(IV)$ ); далее следует область вторичной пассивации и перепассивации, а при  $E > 0,87$  В вновь начинается быстрое возрастание тока (область выделения кислорода).

В области потенциалов от  $-0,53$  до  $-0,04$  В (до окисления  $Mn(II) \rightarrow Mn(IV)$ ) годографы импеданса представляют собой однотипные кривые. При высоких и средних частотах на графике Найквиста имеются две перекрывающиеся полуокружности. При низких частотах наблюдается почти вертикальный участок. Наличие вертикального участка на годографе импеданса говорит о накоплении заряда в пленке при электросорбции или других процессах, не сопровождающихся дальнейшим разрядом.

С увеличением анодной поляризации импеданс системы монотонно повышается, несмотря на то, что в начале области ток несколько возрастает с потенциалом.

Вследствие химической нестойкости кремния в щелочных средах поверхность силицида обогащается марганцем, и пассивация электрода в основном обусловлена протеканием процесса  $Mn + 2OH^- \rightarrow Mn(OH)_2 + 2e^-$ .

Наличие двух перекрывающихся полуокружностей на графике Найквиста указывает на то, что пассивирующая пленка  $Mn(OH)_2$  имеет сложное строение и состоит из двух слоев - внутреннего тонкого плотного барьерного слоя и внешнего менее плотного гидратированного слоя. Такое строение пассивирующих пленок установлено для многих металлов в различных электролитах.

Годографы импеданса, описывающие поведение  $Mn_5Si_3$ -электрода в области потенциалов от  $0,03$  до  $0,73$  В, охватывающих переход гидроксида марганца  $Mn(OH)_2$  в диоксид марганца  $MnO_2$ , для всех интервалов концентраций  $NaOH$  состоят из двух сильно перекрывающихся полуокружностей емкостного типа. При низких частотах наблюдается наклонная прямая. Однако наклон низкочастотной прямой существенно увеличивается, что может быть связано со структурными изменениями пассивирующей пленки: ее разрыхлением, нарушением однородности.